(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110062303 B
(45)授权公告日 2021.08.24

(21)申请号 201910450465.X

(22)申请日 2019.05.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110062303 A

(43)申请公布日 2019.07.26

(73)专利权人 天津光电通信技术有限公司
地址 300211 天津市河西区泰山路6号

(72)发明人 纪笑旭 陈伟峰 张晓峰 王东锋

(74)专利代理机构 天津中环专利商标代理有限公司 12105
代理人 王凤英

(51)Int.Cl.
H04Q 11/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 206658208 U,2017.11.21
CN 105357153 A,2016.02.24
CN 101277547 A,2008.10.01
CN 106533993 A,2017.03.22
CN 108761557 A,2018.11.06
US 4834483 A,1989.05.30
US 7180852 B1,2007.02.20
US 2011293270 A1,2011.12.01
Kui Chen.Modular Optical Cross-Connects (OXCs) for Large-Scale Optical Networks.<IEEE>.2019,
袁玉英.基于FPGA的数字交叉连接矩阵的设计.《光通信技术》.2012,

审查员 石霞

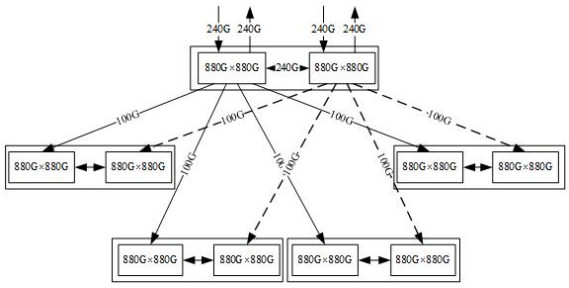
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构

(57)摘要

本发明公开了一种基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构。该架构由五个光通信设备节点组网而成，每个设备节点内由一片控制芯片和三片FPGA芯片组成，每个设备为一个逻辑单元，各逻辑单元与其他逻辑单元通过100G光纤架构级联，每两个设备之间有200G带宽的数据通道，任意两个设备节点之间通过QSFP28光模块和100G光纤连接组成mesh结构。本发明使设备整合了mesh网络的优势，并且硬件设计简单，任意单个1U设备均可单独使用，设备体积小，5U设备以内任意数量设备组网使用方便，具有良好地可扩展性与高度的灵活性。当某个设备节点出现故障时算法会重新计算现有路径，进而避免故障设备影响其他设备业务。



CN 110062303 B

1.一种基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构,其特征在于,该架构由五个光通信设备节点组网而成,每个光通信设备节点内由一片控制芯片和三片FPGA芯片组成,其中控制芯片提供路由计算和设备内的控制,FPGA1芯片用于处理输入信号,FPGA2芯片和FPGA3芯片分别组成880G*880G容量的交叉矩阵,共同实现同步数字传输体系和以太网信号的信号自适应;每个光通信设备为一个逻辑单元,各逻辑单元与其他逻辑单元通过100G光纤架构级联,每两个光通信设备之间有200G带宽的数据通道,任意两个光通信设备节点之间通过QSFP28光模块和100G光纤连接组成mesh结构;五个逻辑单元组成总容量为2.4T(480G×5)的mesh网络;

所述控制芯片选用ZYNQ-7000系列芯片,程序执行以下操作:新建交叉时首先判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩阵是否相同,若不相同,则判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩阵是否可以直接连接,若不可以直接连接,则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择另外一个FPGA交叉矩阵做跳转,若不可以选择,则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择其他两个FPGA交叉矩阵做跳转,若可以选择,最后设备将路径信息传入相应的FPGA交叉矩阵导通整条路径;若不可以选择,程序结束。

基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域中的大容量自适应光交叉设备架构,具体涉及一种基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构。

背景技术

[0002] 传统网络的基本结构主要包括星状拓扑结构、网状拓扑结构、总线状拓扑结构、树状拓扑结构、环状拓扑结构以及混合型拓扑结构。如何设计大容量自适应交叉设备一直是个难点,设计支持时隙交叉的交叉矩阵会极大的耗费FPGA的内部资源。解决方案有购买内部资源量高的FPGA,但是这种方法有成本高、功耗高并且设备散热难等问题并不实用。另一种解决方案是将设备的时钟、控制、交叉、输入输出等功能各自单独放到一个板卡上,使用大容量交叉芯片代替FPGA交叉矩阵,利用背板将交叉芯片板卡同输入输出板卡以及控制板卡相连组成一个完整设备。这种方案由于使用交叉芯片做交换,存在单个时隙VC-4信号占用整个VC-64C通道这种浪费内部资源的问题,容易造成阻塞。另外这种方案硬件设计复杂,而且各种功能的板卡数量多设备体积大,客户需求为低交叉容量时除了交叉板卡、输入输出板卡外还必须配备控制板卡、时钟板卡等灵活性较低。

发明内容

[0003] 鉴于现有技术存在的问题和缺陷,本发明基于mesh网络构建一种自适应大容量交叉光通信设备架构。mesh网络是网状网络结构的一种,它的拓扑结构为任意两个组网节点之间都互相连接,全部的节点组成一个完整的网络。这种网络的优点是信号通道的终结和再生都在FPGA之间,信号的完整性容易保证。同时可以在设备节点中任意一个出现问题时,信号还可以通过另外的设备做跳转,从而保证业务不断。可以实现任意SDH、10GE以太网信号(含任意数量组合)的整体复制,单播、组播、广播的交叉选路功能,同时支持5U设备以内任意数量设备灵活组网使用。

[0004] 本发明采取的技术方案是:一种基于mesh网络的自适应大容量交叉光通信设备架构,其特征在于,该架构由五个光通信设备节点组网而成,每个光通信设备节点内由一片控制芯片和三片FPGA芯片组成,其中控制芯片提供路由计算和设备内的控制,FPGA1芯片用于处理输入信号,FPGA2芯片和FPGA3芯片分别组成880G*880G容量的交叉矩阵,共同实现同步数字传输体系和以太网信号的信号自适应;每个光通信设备为一个逻辑单元,各逻辑单元与其他逻辑单元通过100G光纤架构级联,每两个光通信设备之间有200G带宽的数据通道,任意两个光通信设备节点之间通过QSFP28光模块和100G光纤连接组成mesh结构;五个逻辑单元组成总容量为2.4T(480G×5)的mesh网络。

[0005] 本发明所述控制芯片选用ZYNQ-7000系列芯片,程序执行以下操作:新建交叉时首先判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩阵是否相同,若不相同,则判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩阵是否可以直接连接,若不可以直接连接,则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择另外一个FPGA交叉矩阵做跳转,若不可以选择,

则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择其他两个FPGA交叉矩阵做跳转，若可以选择，最后设备将路径信息传入相应的FPGA交叉矩阵导通整条路径；若不可以选择，程序结束。

[0006] 本发明的有益效果是：本发明使用有限资源的FPGA，经过mesh架构组网实现了更大容量的交叉矩阵。在基于mesh组网中提供了充足的内部通道容量，很好的平衡了设备交叉容量与阻塞率的要求。根据不同用户的需求可以任意配置1U-5U设备组网并且使用同一套软件程序避免重新配置设备系统，具有良好地可扩展性与高度的灵活性。当某个设备节点出现故障时，软件程序会重新计算现有路径进而避免故障设备影响其他设备。

[0007] 本发明使设备整合了mesh网络的优势，并且硬件设计简单，任意单个1U设备均可单独使用，设备体积小，5U设备以内任意数量设备组网使用方便，具有良好地可扩展性与高度的灵活性。并且当某个设备节点出现故障时算法会重新计算现有路径，进而避免故障设备影响其他设备业务。

附图说明

[0008] 图1为本发明单U设备内部FPGA构架框图；

[0009] 图2为本发明5U设备组网架构图；

[0010] 图3为本发明5U设备mesh组网架构图；

[0011] 图4为本发明软件算法逻辑流程图。

具体实施方式

[0012] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步说明：

[0013] 全部1U设备内部由3片FPGA以图1的方式构成，其中FPGA1的主要功能为信号指针(定帧字节)调整、输入信号自适应和信号状态监控，FPGA2和FPGA3为880G*880G的交叉矩阵，交叉矩阵中有240G对外双向通道容量、400G为通过QSFP28光模块和100G光纤与其他设备相连容量、240G为单个1U设备内FPGA2与FPGA3相连容量。

[0014] 完整设备以接入容量为480G(FPGA2和FPGA3交叉矩阵的各240G)的1U机箱为一个逻辑单元，由5个逻辑单元组成总容量为2.4T(480G×5)的mesh设备网络，各逻辑单元与其他逻辑单元通过100G光纤根据图2的架构级联，完整5U设备组网架构如图3所示。

[0015] 每台设备与其他设备之间通过QSFP28光模块和100G光纤根据图2进行级联组成mesh网络。输入信号最大容量为480G，通过10G光纤接入设备的48个10G光模块后，首先转换为电信号进入FPGA1，FPGA1会自动识别输入信号类型并经过各种信号处理后，前24个光模块的240G信号传入FPGA2交叉矩阵，后24个光模块的240G信号传入FPGA3交叉矩阵，交叉矩阵根据mesh算法计算的路径做相应的交叉导通输入通道与输出通道，设备内部两个交叉矩阵之间由硬件电路直接连接，设备与其他设备之间使用QSFP28光模块将电信号转换为光信号，并通过100G光纤传输给跳转设备或输出口所在设备的QSFP28光模块，经过光信号转换为电信号进入另一个设备的FPGA2或FPGA3交叉矩阵，最终信号经过最后一级的FPGA交叉矩阵传输至设备的10G光模块，由电信号转换为光信号输出。

[0016] 设备架构对应的软件算法逻辑如图4所示，新建交叉时首先判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩阵是否相同，若不相同，则判断输入FPGA交叉矩阵与输出FPGA交叉矩

阵是否可以直接连接,若不可以直接连接,则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择另外一个FPGA交叉矩阵做跳转,若不可以选择,则判断输入FPGA交叉矩阵和输出FPGA交叉矩阵之间是否可以选择其他两个FPGA交叉矩阵做跳转,若可以选择,最后设备将路径信息传入相应的FPGA交叉矩阵导通整条路径;若不可以选择,程序结束。

[0017] 以5U设备为例(如图3所示),将单个880G*880G交叉矩阵以10G大小为一个通道简化为88*88通道交叉矩阵,FPGA2交叉矩阵为各设备中的偶数编号0、2、4、6、8,FPGA3交叉矩阵为各设备中的奇数编号1,、3、5、7、9,其中每个交叉矩阵的前24通道与设备对外的10G光模块相连,编号为0-23。交叉矩阵中间的40通道以连续10个为一组分为4组分别按顺序通过QSFP28光模块和100G光纤与另外4台设备相连,编号分别为24-33、34-43、44-53、54-63。交叉矩阵剩余的24通道与同设备的另一片FPGA的24通道相连,编号为64-87。假设输入信号为SDH-64C,输入口选择设备1的交叉矩阵0通道编号为5的光模块输入,输出口选择设备2的交叉矩阵3通道编号为6的光模块输出。根据图4可知,设备1的交叉矩阵0与设备2的交叉矩阵3之间没有直连光纤,因此需要寻找与设备2的交叉矩阵3有直连光纤的交叉矩阵做信号跳接。将输入输出信息传入算法中计算可得跳接交叉矩阵选择的设备1的交叉矩阵1,其中设备1中的交叉矩阵0建立的交叉为输入通道5和输出通道64,跳接设备1的交叉矩阵1建立的交叉为输入64(单个设备内部两个FPGA之间相连的通道编号相同)和输出24,设备2的交叉矩阵3需要建立的交叉为输入通道63(设备1的交叉矩阵1的输出通道24与设备2的交叉矩阵3的输入通道39是通过光纤相连接的)和输出通道6。然后通过控制芯片ZYNQ(Xilinx公司的一款控制芯片)将相应的数据写入各FPGA交叉矩阵的寄存器就连通了两个设备输入输出之间的信号通路。这样设备便实现了任意SDH、10GE以太网信号(含任意数量组合)的整体复制,单播、组播、广播的交叉选路功能。

[0018] 设备主控会实时获取当前设备连接情况,当某个设备出现故障后,主控会将故障设备信息传入算法,算法识别受影响的交叉并重新选择正常设备做信号跳转,从而避免故障设备影响其他设备的正常使用。如图3所示,例如设备1的交叉矩阵0到设备3的交叉矩阵4之间的通道资源占满后,即交叉矩阵0的34-43通道和对应的交叉矩阵4的44-53通道被占用的情况下,再尝试建立交叉矩阵0到交叉矩阵4的交叉时,算法选择的是设备2的交叉矩阵2做信号跳转,即输入信号通过交叉矩阵0到交叉矩阵2跳转至交叉矩阵4,然后输出。如果此时设备2出现故障,主控将获取故障状态信息然后传给算法,算法将删除通过交叉矩阵2进行信号跳转的交叉,然后重新分配正常运行的设备4的交叉矩阵6做信号跳转,原有的输入信号从交叉矩阵0经由交叉矩阵2到交叉矩阵6的交叉将转变为输入信号通过交叉矩阵0到交叉矩阵6跳转至交叉矩阵4,然后输出,避免了因设备2出故障导致的信号通道断开的问题。

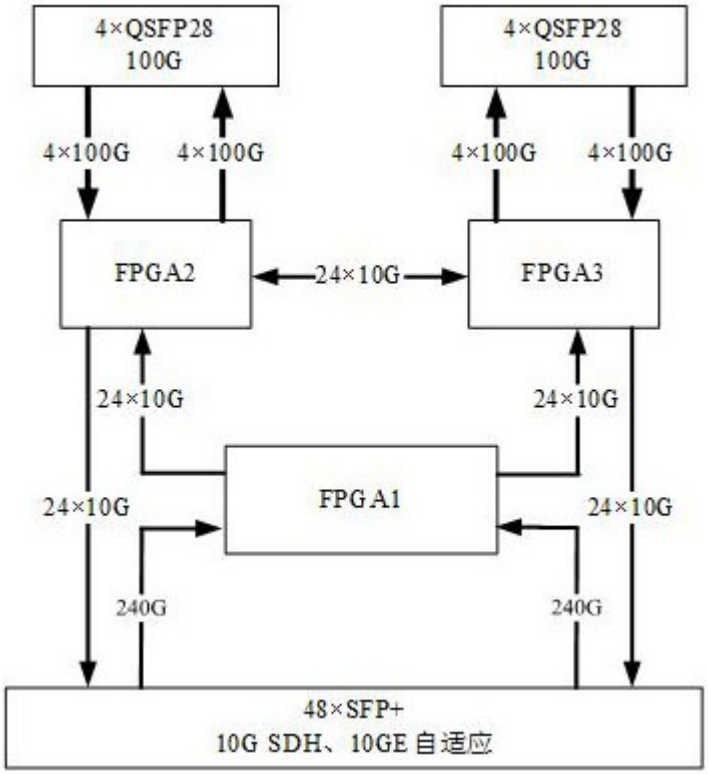

4×QSFP28
100G
4×QSFP28
100G
4×100G
4×100G
4×100G
4×100G
FPGA2
24×10G
FPGA3
24×10G
24×10G
FPGA1
24×10G
24×10G
240G
240G
48×SFP+
10G SDH、10GE 自适应

图1

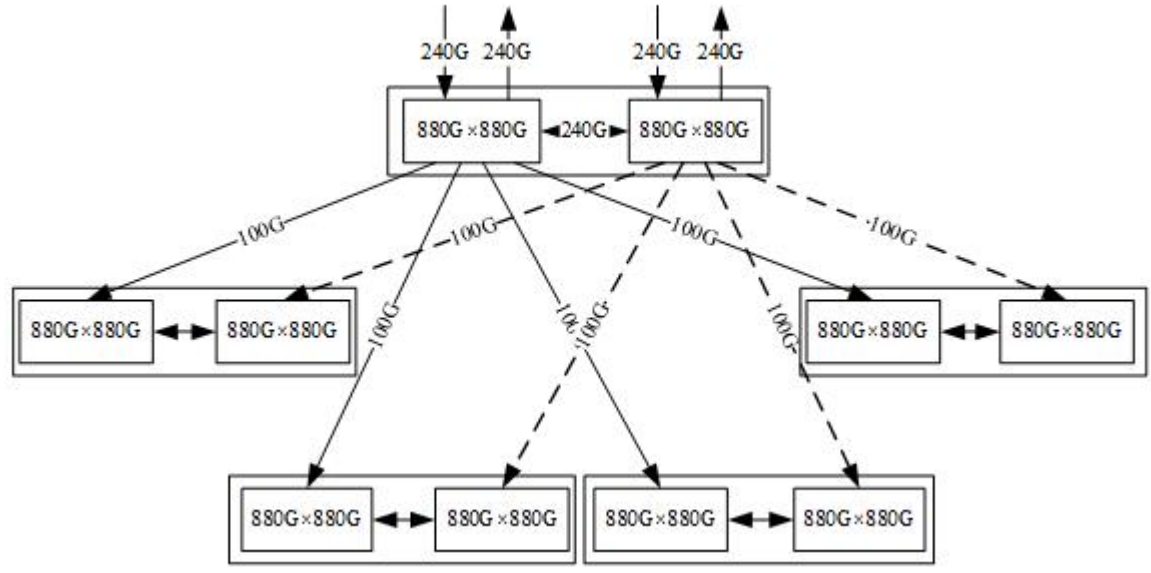

240G
240G
240G
240G
880G×880G
240G
880G×880G
100G
100G
100G
100G
880G×880G
880G×880G
880G×880G
880G×880G
880G×880G
880G×880G
880G×880G
880G×880G

图2

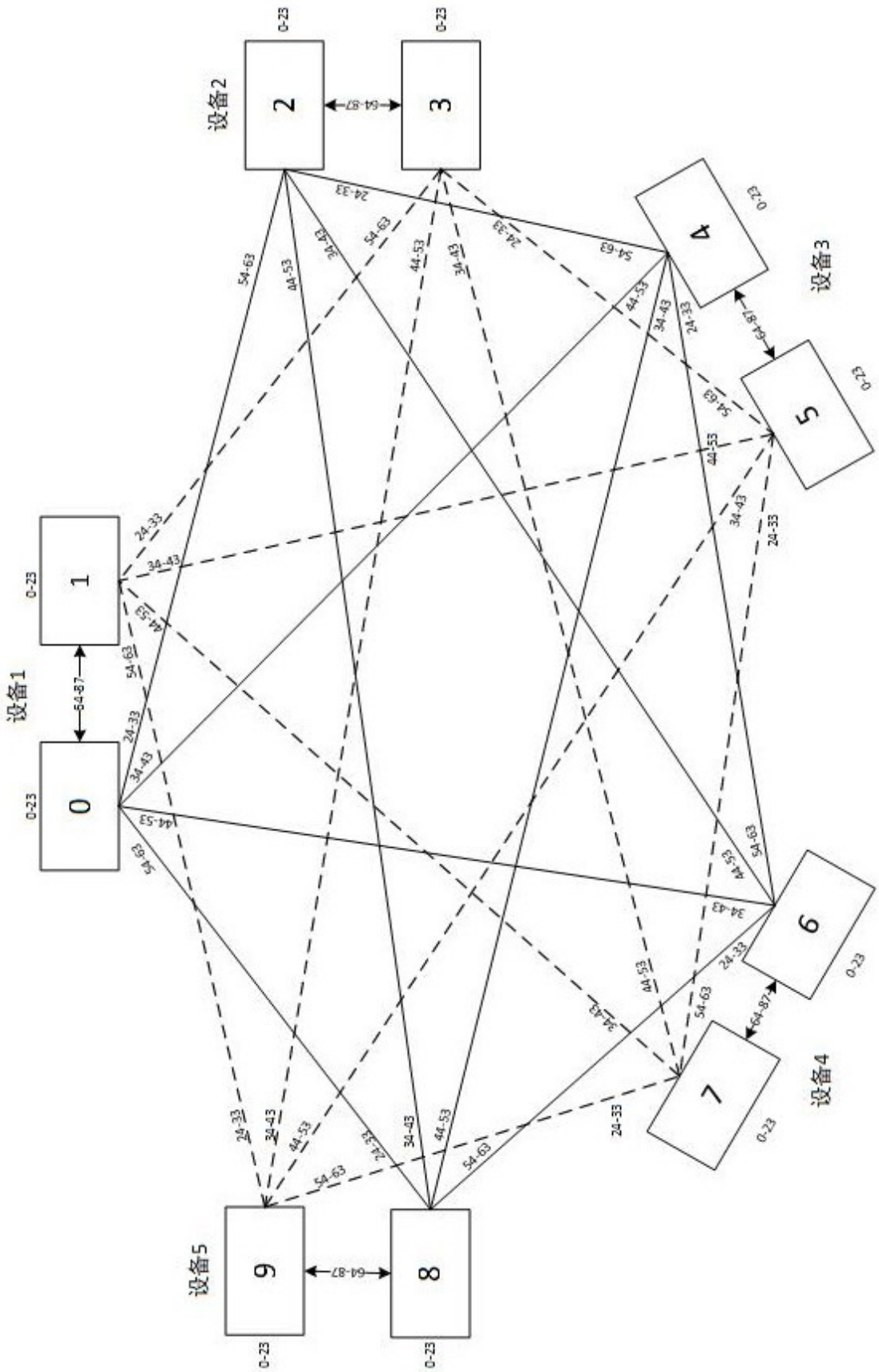


图3


新建交叉
输入交叉矩阵与输出交叉矩阵是否相同？
是
否
输入交叉矩阵与输出交叉矩阵是否可以直连？
是
否
输入交叉矩阵和输出交叉矩阵之间是否可以选择另外1个交叉矩阵做跳转？
是
否
输入交叉矩阵和输出交叉矩阵之间是否可以选择另外2个交叉矩阵做跳转？
是
否
将选择的路径信息写入各交叉矩阵导通相应通道
结束

图4